

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS RUMAH SUSUN PONDOK BENOWO INDAH (PBI) SURABAYA, JAWA TIMUR

Alifiah Devi Rahmawati¹, Sugiharti², Suselo Utoyo³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: rahmafandhe@gmail.com¹, sugiharti@polinema.ac.id², sslutoyo@gmail.com³

ABSTRAK

Perencanaan struktur gedung Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur. Studi ini bertujuan untuk mencari alternatif ulang yang awalnya perencanaan menggunakan dak beton menjadi rangka baja yang mengacu pada peraturan seperti ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726-2012. Perhitungan struktur baja menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design (LRFD)* yang mengacu pada SNI 1729-2015 dan perhitungan struktur beton bertulang mengacu pada SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2013. Analisis statika struktur menggunakan program aplikasi komputer *Robot Structural Analysis Professional 2018* dan penggambaran hasil perencanaan menggunakan program aplikasi komputer AutoCAD 2018. Hasil dari perencanaan ulang struktur atas dengan menggunakan kuda-kuda rangka baja profil 2L 50.50.5, gording profil *Lip Channels* 150.50.20.2,3 mm, penggantung gording menggunakan besi polos Ø10, ikatan angin menggunakan besi polos Ø8, serta sambungan baut Ø1/2" d = 12,7 mm, dan sambungan angker 4 Ø 19,05 mm atau 3/4" dengan panjang yang digunakan 12,5 cm. Perencanaan struktur utama didapatkan tebal pelat lantai 12 cm dan Ø10-125. Dimensi balok anak tipe 1 20/40 (3D16 & 2D16), dimensi balok anak tipe 2 20/40 (2D16 & 2D16), dimensi balok melintang dan balok induk memanjang 30/50 (3D16 & 2D16), dimensi sloop 30/50 (2D16 & 3D16), dimensi kolom 40/50 (10D16), dan tebal pelat tangga 15 cm menggunakan D13. Biaya awal dengan menggunakan atap dak sebesar Rp. 9.210.664.000,00 dan setelah dihitung dengan menggunakan atap rangka baja diperoleh nominal sebesar Rp 8.822.943.000,00. Maka penggunaan atap rangka baja lebih ekonomis dibanding atap dak.

Kata kunci: Perencanaan ulang, rumah susun, struktur beton, struktur baja.

ABSTRACT

Planning of the structure of the building house of Benowo Indah Surabaya, East Java. This study aims to look for an alternative that originally planned to use a concrete structure into steel frame refers to regulations such as earthquake resistance refers to SNI 1726-2012. Calculation of steel structure using the method Load and Resistance Factor Design (LRFD) which refers to SNI 1729-2015 and the calculation of reinforced concrete structure refers to SNI 2847-2013, SNI 1726-2013. Analysis of statics structures using the Computer application program Robot Structural Analysis Professional 2018 and the depiction of planning results using the Computer application program Auto CAD 2018. The result of replanning the upper structure by using steel truss using 2L 50.50.5 profile, profile gording Lip Channels 150.50.20.2, 3 mm, gording suspension using plain iron Ø10, wind bonding using a plain iron Ø8, as well as using a junction of bolts Ø1/2 "D = 12.7 mm and the joints on the anchor 4 Ø 19.05 mm or 3/4" with the length of use 12.5 cm 10-125 The dimensions of secondary beam type 1 20/40 (3D16 & 2D16), dimension of secondary beam type 2 20/40 (2D16 & 2D16), dimension of cross beam and main beam 30/50 (3D16 & 2D16), Dimensions sloop 30/50 (2D16 & 3D16), Column Dimensions 40/50 (10D16), and the thickness of the staircase 15 cm using D13. Initial cost by using the roof concrete Rp. 9,210,664,000.00 and was reviewed using a steel frame roof of Rp 8,822,943,000.00, then the use of steel roof frame is more economical than the concrete roof.

Keywords: Replanning, flats, concrete structure, steel structure.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan rumah susun adalah suatu cara untuk memecahkan permasalahan kebutuhan perumahan dan

pemukiman di lokasi yang padat penduduk. Hal tersebut terutama di daerah perkotaan yang jumlah penduduknya selalu meningkat namun kesediaan lahan semakin terbatas.

Pembangunan rumah susun ini sebagai wujud kepedulian pemerintah guna menjamin kesejahteraan seluruh warga Jawa Timur, khususnya Surabaya.

Hal penting dalam pembangunan prasarana gedung rumah susun adalah peningkatan atau penambahan gedung yang harus dinjau dari beberapa segi. Salah satunya adalah dari segi kemampuan layanan gedung dalam menerima beban. Perlu adanya penghitungan ulang struktur Rusun Pondok Benowo Indah (PBI) dengan mengganti dimensi struktur agar diperoleh alternatif lain dalam perencanaan gedung rumah susun tersebut.

Bangunan rumah susun PBI terdiri dari lima lantai yang dibangun di lahan seluas $\pm 4.128,65 \text{ m}^2$ dan menggunakan struktur beton bertulang. Di dalam perencanaan ulang struktur ini akan terdapat perubahan desain struktur atap dari plat beton menjadi atap rangka baja (*double siku*). Hal ini dikarenakan struktur beton lebih kuat dan untuk memperoleh alternatif lain dalam perencanaan gedung ini. Adanya perubahan desain atap menjadikan beban yang bekerja pada struktur bawahnya berubah, oleh karena itu diperlukan perencanaan ulang.

Pembahasan dalam studi ini mengacu pada permasalahan dalam latar belakang tersebut di atas. Studi ini membahas tentang perencanaan ulang struktur Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur. Perencanaan meliputi metode pelaksanaan dan rencana anggaran biaya rumah susun tersebut.

2. METODE

Tahapan kegiatan yang dilakukan dalam studi ini antara lain adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Studi literatur, mempelajari teori-teori tentang perencanaan struktur gedung tahan gempa dan standar yang digunakan seperti: tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012), persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2013), dan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2013.

b. Pengumpulan Data

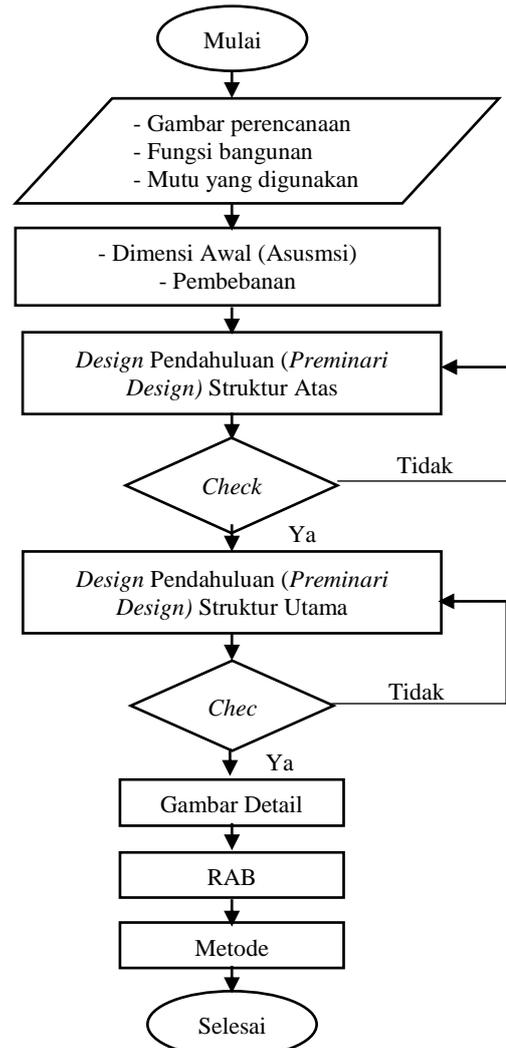
Data-data yang dibutuhkan adalah data tanah dari daerah setempat, gambar perencanaan, dan spesifikasi teknis. Data spesifikasi teknis yang diperlukan antara lain mutu beton (f_c') dan mutu baja tulangan (f_y).

Pembebanan yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah sebagai berikut:

a. Beban mati, meliputi berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang. Beban mati ini mengacu pada SNI 1727-2013.

- b. Beban hidup adalah besaran beban yang mengacu pada SNI 1727-2013.
- c. Beban angin adalah beban yang bekerja pada struktur akibat dari tekanan dan gerakan angin
- d. Beban gempa adalah beban dalam arah horizontal dari struktur yang ditimbulkan dari gerakan tanah akibat gempa bumi. Arah beban gempa yaitu arah vertikal maupun horizontal.

Diagram alir penelitian tentang perencanaan ulang struktur Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa timur di **Gambar 1**:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

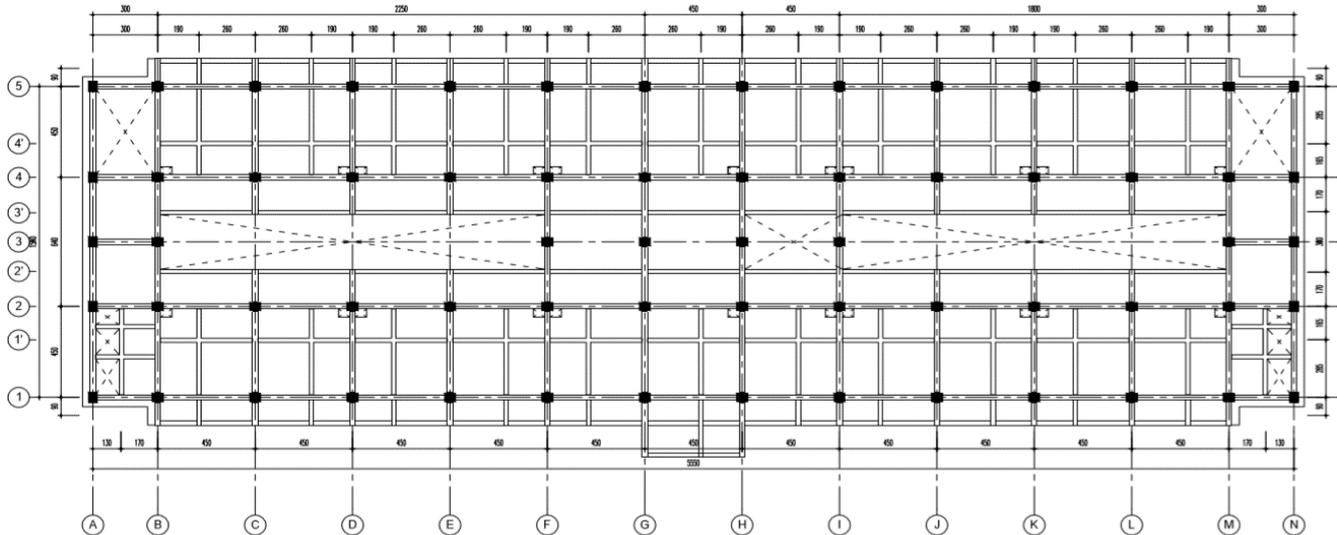
Untuk menentukan kombinasi beban, terdapat dalam SNI 1727-2013 sebagai berikut:

- a. 1,4 D
- b. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La atau H)
- c. 1,2 D + 1,0 L + 1,6 (La atau H)
- d. 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (La atau H)
- e. 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L
- f. 1,2 D - 1,0 E + 1,0 L

- g. $0,9 D + 1,0 W$
- h. $0,9 D - 1,0 W$
- i. $0,9 D + 1,0 E$
- j. $0,9 D - 1,0 E$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan ulang struktur bangunan gedung rumah susun sesuai dengan SNI-03-2847-2013 dan perencanaan gempa SNI 03-1726-2012. Pembebanan yang diperoleh untuk bagian atap sebagai berikut:



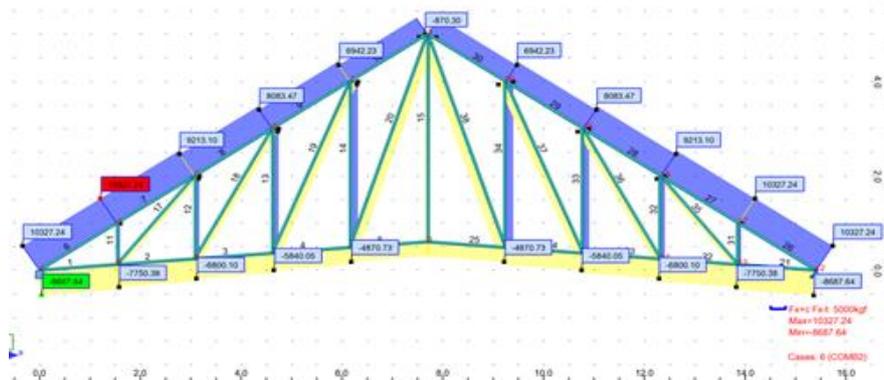
Gambar 2. Denah Perencanaan Ulang

Tabel 1. Pembebanan Bagian Atap

Jenis Beban		P (kg)	$\frac{1}{2} P$ (kg)
Beban Mati (D)	P1	551,248	275,624
	P2	66,69	33,184
Beban Hidup (L)		133,000	66,500
Beban Air Hujan (La / H)		128,880	64,440
Beban Angin (W)	Tekan	40,275	20,138
	Hisap	- 80,550	- 40,275

Sumber: Hasil Penghitungan

Kombinasi beban terbesar didapatkan pada kombinasi 2 yaitu $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H)$ di Gambar 3. perencanaan atap baja double siku.



Gambar 3. Kombinasi 2 $1,2D + 1,6L + 0,5(la \text{ atau } H)$

Kontrol Profil kuda-kuda pada tegangan Tekan dengan memperoleh hasil sebesar 10.327,24 kg factor tekuk diperoleh 0,525 kurang dari 1 maka aman dan tegangan

tekan diperoleh hasil 8.687,64 kg dengan N_r (kegagalan leleh) 207.360,00 lebih dari 8.687,64 kg sedangkan kegagalan putus N_e diperoleh 226.440 lebih dari 8.687,64

kg maka perhitungan diatas aman menggunakan profil kuda-kuda *double siku* (2L) 50.50.5.

Pelat

Denah pelat lantai rumah susun pondok benowo indah surabaya jawa timur ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Pelat lantai menggunakan tebal 12cm.

Panel A $l_x = 3\text{m}$ dan $l_y = 3,2\text{m}$, Panel B $l_y = 4,5\text{m}$ dan $l_x = 1,85\text{m}$, Panel C $l_y = 4,5\text{m}$ dan $l_x = 2,7\text{m}$

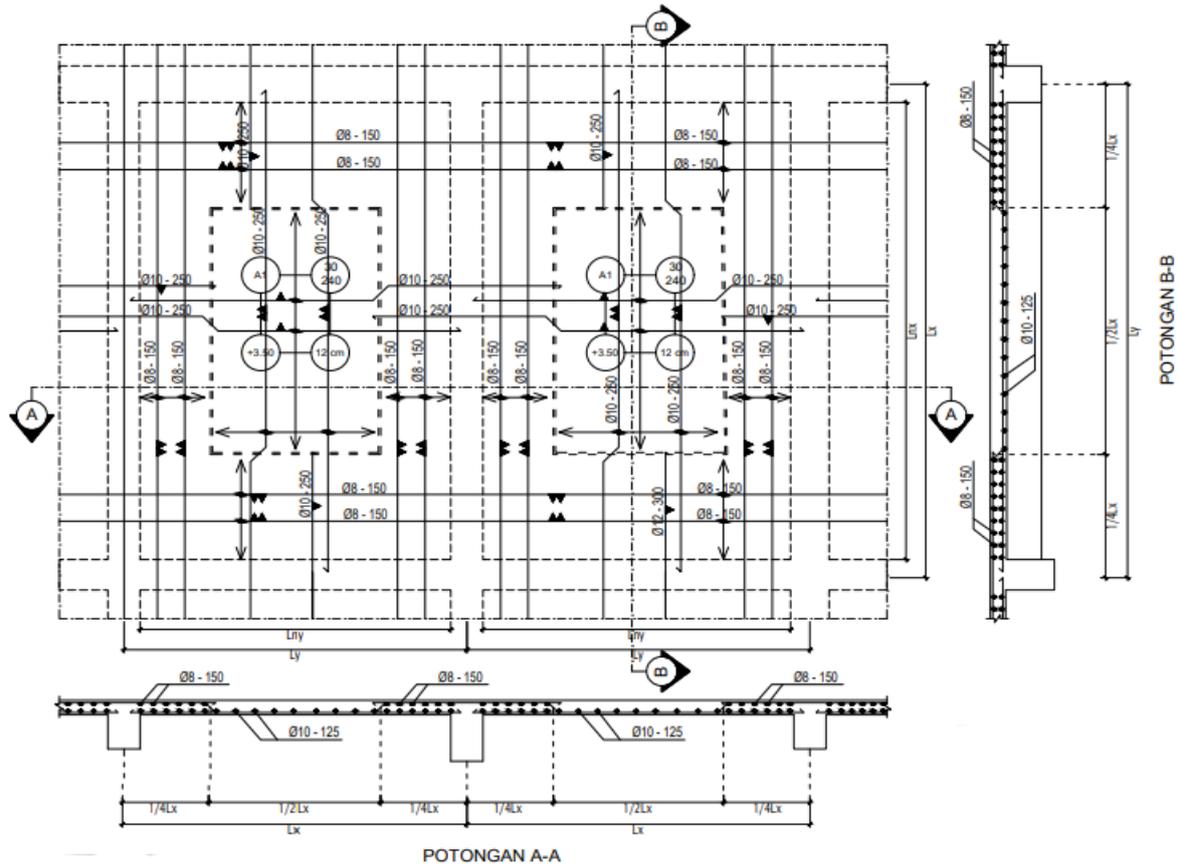
Dari hasil perhitungan diperoleh nilai momen berikut ini adalah rekapitulasi penulangan pelat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Penulangan Pelat

Panel	Tumpuan	Lapangan
A1	Ø10 - 125	Ø10 - 125
B1	Ø10 - 125	Ø10 - 125
C1	Ø10 - 125	Ø10 - 125

Sumber: Hasil Penghitungan

Dari hasil penghitungan di atas maka penulangan pelat lantai terlihat di **Gambar 4**.



Gambar 4. Detail Penulangan Pelat Lantai

Balok Anak

Denah pembalokan Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur ditunjukkan di **Gambar 5**. balok anak memanjang terdapat pada As 1', As 2', As 3' dan As 4' B-M.

Panjang balok anak = 4,50 m

Tinggi balok (h) = 400 mm

Lebar balok (b) = 200 mm

f_c' = 30 MPa

f_y = 400 Mpa

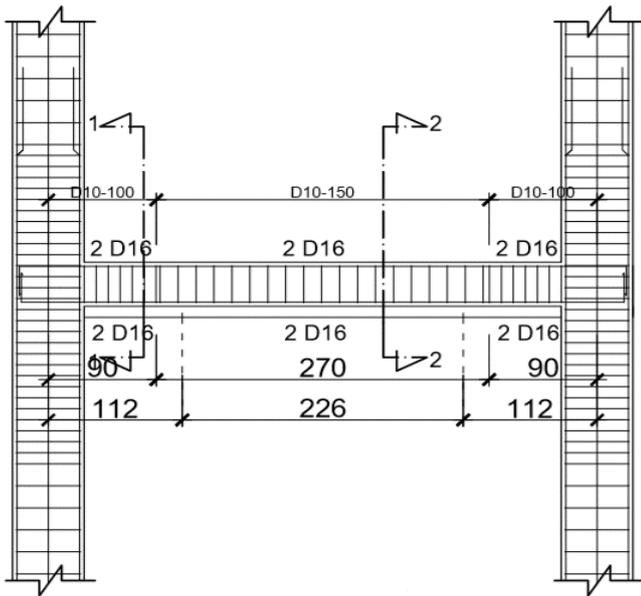
Dari hasil penghitungan didapatkan momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser maka penulangan balok anak terlihat dalam **Tabel 3**.

Tabel 3. Penulangan Balok Anak

	Tul Atas	Tul Bawah	Sengkang
Tumpuan	2 D16	2 D16	Ø10 – 100
Lapangan	2 D16	2 D16	Ø10 - 150

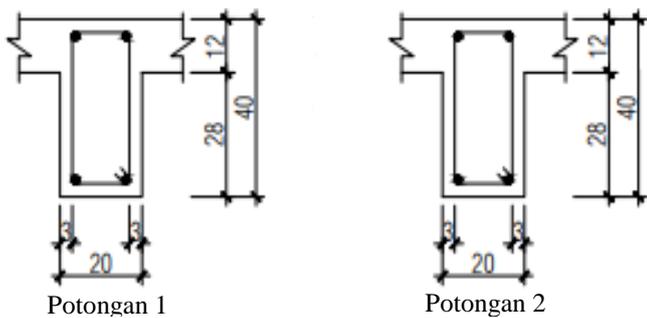
Sumber: Hasil Penghitungan

Dari hasil penghitungan di atas maka penulangan balok anak terlihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Detail Balok Anak

Dari gambar detail balok maka didapatkan potongan balok di Gambar 6.



Gambar 6. Potongan Balok Anak

Balok Induk

Denah pembalokan Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur ditunjukkan di Gambar 2. balok induk memanjang terdapat pada As 1, As 2, As 4 dan As 5 / A-N, serta As G / 1-5.

- Panjang balok induk = 4,50 m
- Tinggi balok (h) = 500 mm
- Lebar balok (b) = 300 mm
- f_c' = 30 MPa
- f_y = 400 MPa

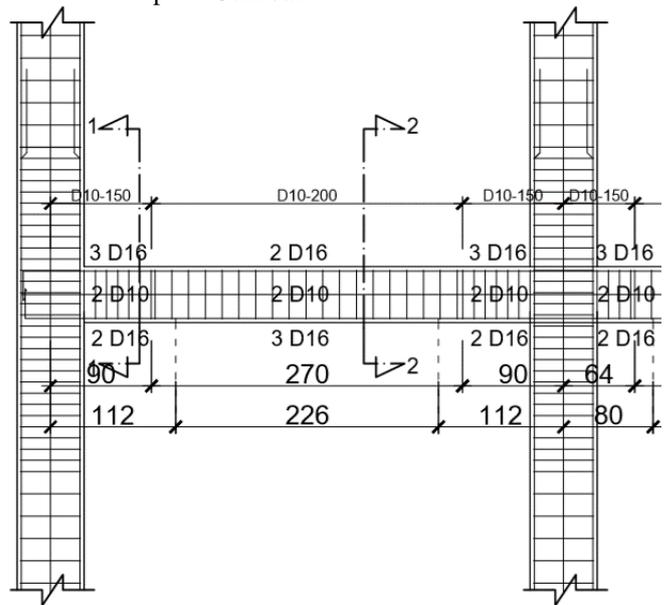
Dari hasil penghitungan didapatkan momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser maka penulangan balok induk terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Penulangan Balok Induk

	Tul Atas	Tul Bawah	Sengkang	Tul Tengah
Tum	3 D16	2 D16	Ø10-150	2 D10
Lap	2 D16	3 D16	Ø10-200	2 D10

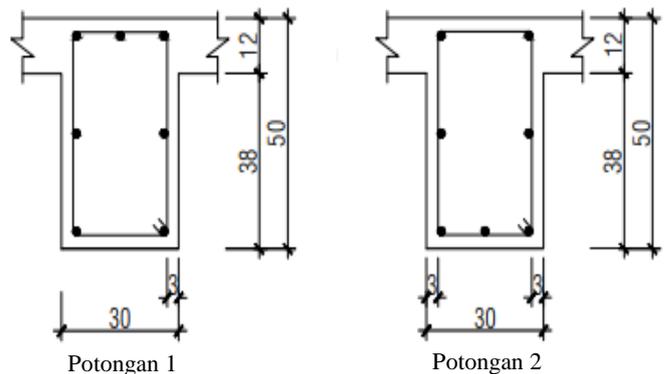
Sumber: Hasil Penghitungan

Dari hasil penghitungan di atas maka penulangan balok induk terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Detail Balok Induk

Dari gambar detail balok maka didapatkan potongan balok di Gambar 8.



Gambar 8. Potongan Balok Induk

Kolom

Denah kolom Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur ditunjukkan di Gambar 2.

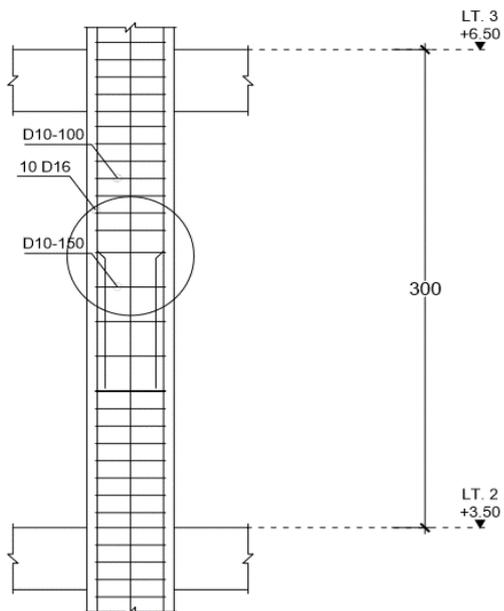
- Panjang kolom lt 1 = 3,50 m
- Panjang kolom lt 2,3, dan 4 = 3,00 m
- Tinggi kolom (h) = 500 mm
- Lebar kolom (b) = 400 mm
- f_c' = 30 MPa
- f_y = 400 MPa

Dari hasil perhitungan didapatkan momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser maka penulangan kolom terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Penulangan Kolom

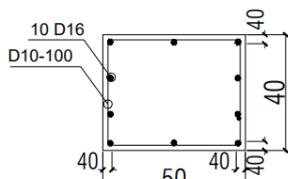
	Tul Utama	Sengkang
Kolom 40/50	10 D16	Ø10-100

Dari hasil penghitungan di atas maka penulangan kolom terlihat di **Gambar 9**.



Gambar 9. Detail Kolom

Dari gambar detail kolom maka didapatkan potongan kolom di **Gambar 10**.



Gambar 10. Potongan Kolom

Balok Sloof

Denah sloof Rumah Susun Pondok Benowo Indah Surabaya, Jawa Timur ditunjukkan di **Gambar 2**.

- Panjang sloof = 4,50 m
- Tinggi sloof (h) = 500 mm
- Lebar sloof (b) = 300 mm
- fc' = 30 MPa
- fy = 400 MPa

Menggunakan Atap Dak Beton

Tabel 8. Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Atap Dak Beton

No	Pekerjaan	Biaya (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	41.308.848,70
II	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	69.478.584,00
III	Pekerjaan Tanah	19.594.883,23
IV	Pekerjaan Beton	1.744.601.868,17
V	Pekerjaan Pembesian	3.651.242.335,45
VI	Pekerjaan Bekisting	2.009.695.839,85
VII	Pekerjaan Atap Dak	837.408.304,23
Total Biaya		8.373.330.663,63
PPN 10%		837.333.066,36
Jumlah		9.210.664.000,00

Sumber: Hasil Penghitungan

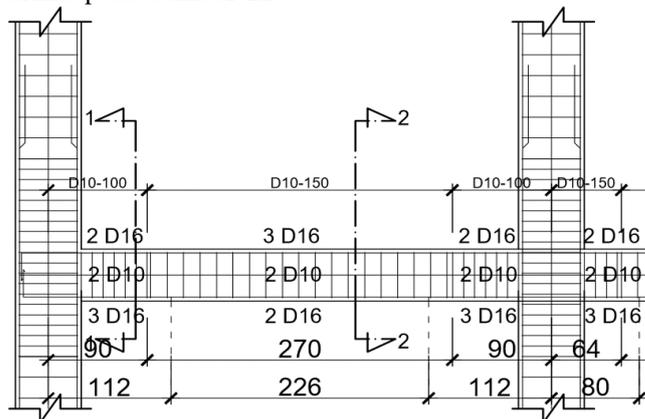
Dari hasil penghitungan didapatkan momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser maka penulangan sloof induk terlihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Penulangan Sloof

	Tul Atas	Tul Bawah	Sengkang	Tul Tengah
Tum	2 D16	3 D16	Ø10-150	2 D10
Lap	3 D16	2 D16	Ø10-200	2 D10

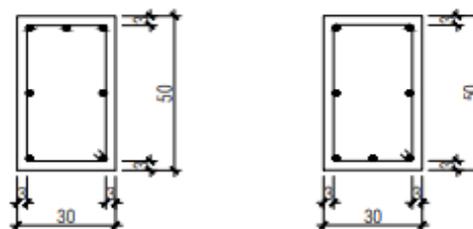
Sumber: Hasil Penghitungan

Dari hasil perhitungan di atas maka penulangan sloof terlihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Detail Sloof

Dari gambar detail balok maka didapatkan potongan sloof pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Potongan Sloof

RAB (Rencana Anggaran Biaya)

Di dalam rencana anggaran biaya ini membandingkan perencanaan dengan menggunakan atap dak beton di perencanaan sebelumnya dan perencanaan ulang ini dengan menggunakan atap rangka baja (2L)

Menggunakan Atap Rangka Baja (2L)

Tabel 9. Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Atap Rangka Baja

No	Pekerjaan	Biaya (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	41.308.848,70
II	Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang	69.478.584,00
III	Pekerjaan Tanah	19.594.883,23
IV	Pekerjaan Beton	1.744.601.868,17
V	Pekerjaan Pembesian	3.651.242.335,45
VI	Pekerjaan Bekisting	2.009.695.839,85
VII	Pekerjaan Atap Rangka Baja 2L	484.934.647,08
	Total Biaya	8.020.857.006,48
	PPN 10%	802.085.700,65
	Jumlah	8.822.943.000,00

Sumber: Hasil Penghitungan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang telah didapatkan dari penghitungan adalah sebagai berikut:

- Di dalam perencanaan ulang struktur atas dengan menggunakan kuda-kuda rangka baja menggunakan profil *double siku* 50.50.5, gording menggunakan profil *Lip Channels* 150.50.20.2,3 mm, penggantung gording menggunakan besi polos Ø10, ikatan angin menggunakan besi polos Ø8, serta menggunakan sambungan baut Ø1/2” d = 12,7 mm, dan sambungan angker 4 Ø 19,05mm atau 3/4” dengan panjang yang digunakan 12,5 cm.
- Dari penghitungan perencanaan struktur utama (beton bertulang) didapatkan tebal pelat lantai 12 cm dan Ø10-125. Dimensi balok anak tipe 1 20/40 (3D16 & 2D16), dimensi balok anak tipe 2 20/40 (2D16 & 2D16), dimensi balok melintang dan balok induk memanjang 30/50 (3D16 & 2D16), dimensi sloof 30/50 (2D16 & 3D16), dimensi kolom 40/50 (10D16), dan tebal pelat tangga 15 cm menggunakan D13.
- Rencana anggaran biaya dengan menggunakan atap dak sebesar Rp. 9.210.664.000,00 (sembilan miliar dua ratus sepuluh juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah), menggunakan atap rangka baja sebesar Rp. 8.822.943.000,00 (delapan miliar delapan ratus dua puluh dua juta sembilan ratus empat puluh tiga ribu rupiah). Lebih hemat dan ekonomis menggunakan atap baja (2L) dibandingkan dengan menggunakan atap dak beton.
- Metode pelaksanaan proyek pembangunan Rumah Susun Pondok Benowo Indah (PBI) Surabaya, Jawa Timur yang pertama adalah pekerjaan persiapan, pekerjaan pondasi, pekerjaan pile cap, pekerjaan sloof, pekerjaan kolom, pekerjaan balok dan plat, pekerjaan tangga, pekerjaan atap.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agus, Setiawan. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Jakarta : Penerbit Erlangga.
 [2] Agus, Setiawan. 2016. Perencanaan Struktur Beton Bertulang. Jakarta : Penerbit Erlangga.
 [3] Asroni, Ali. 2010. Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang. Graha Ilmu, Yogyakarta.

[4] Badan Standarisasi Nasional 2013. SNI 2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
 [5] B Badan Standarisasi Nasional 2015. SNI 1729-2015. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta.
 [6] Badan Standarisasi Nasional (2012). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012). Jakarta:BSN.
 [7] Badan Standarisasi Nasional 2013. SNI 1727-2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta
 [8] Chandra, dkk 2016. Perencanaan Ulang Struktur Gedung Bersama Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang*. Vol 1, No.1.
 [9] Kusuma, Gideon., Andriyono, Takim. 1993. *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*. Jakarta: Erlangga.
 [10] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Susun Sederhana Bertingkat Tinggi.
 [11] Rasidi. N., Sugiharti. 2008. *Buku Ajar Struktur Beton I*. Politeknik Negeri Malang, Malang.
 [12] Sahputra, dkk 2017. Perencanaan ulang struktur bangunan gedung DPKD Sumbar ini menggunakan konstruksi beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta Padang*.
 [13] Sardjono HS. Ir, 1996. “Pondasi Tiang Pancang” Jilid I, Sinar Jaya Wijaya.
 [14] Soeharto, Imam. 1994. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional Edisi Pertama* Jakarta: Penerbit Erlangga.
 [15] Sudarmanto. 2012. *Buku Ajar Konstruksi Beton Bertulang*. Politeknik Negeri Malang, Malang.